型番:RFID-MOD10　　REV2.00

Hitag2規格準拠（搬送波周波数125KHz）

RFID-UARTリードライトモジュール

※2015年9月販売分～

※本モジュールの一部パスワードに関する仕様が2015年9月販売分からメーカーICの仕様変更に伴い変更されました。詳しくは下記をご覧下さい。
http://www.microtechnica.tv/faq/faq.cgi?kate=RFMOD&faq=1

取扱説明書
お使いになる前にこの説明書をよくお読みの上正しくお使いください。

(C)2015 マイクロテクニカ

本体外観

製品の概要

RFID-UARTリードライトモジュール(型番:RFID-MOD10、以下型番で記載)は、搬送波周波数125kHzを用いて、アンテナから10cm以内の距離にある対応ICタグにデータを書き込んだり、ICタグからデータを読み込んだりすることのできるワンチップRFIDモジュールです。

RFID-MOD10はフィリップス社が開発した安定性と信頼性の高いHitag2規格を採用しています。電波は周波数125kHzの微弱電波を使用します。

RFID-MOD10本体に700μHの円形アンテナと、電源電圧+5Vを接続するだけで動作し、各種操作やデータの送受信はハンドシェイク(フロー制御)非同期式シリアル通信(UART)にて行うことができます。ごく簡単なコマンドの送受信だけでICタグにデータを書き込んだり、データを読み出したりできますので、PICマイコン等のワンチップマイコンと接続することで、簡単にRFIDソリューションが作成できます。

ICタグとの通信は、2つのパスワードにて管理されており、パスワードが一致しないとデータの読み書きができない仕組みになっています。また、Hitag2規格のタグに1枚ずつ書き込まれている一意のシリアル番号を最大60個まで本モジュールに登録して、登録されているタグのみに反応するタグ認証機能も搭載しています。(※1)

UARTとUSB又はRS232Cを変換する回路を作成すれば、パソコンと接続することも可能。Visual Studio等の各種開発環境でパソコン用プログラムが作成できる他、Excel等Office VBAを使用して、RFID-MOD10を制御するアプリケーションも作れますので、Excel等でICタグによるデータ管理をするなど多彩なアプリケーションを作ることが可能です。(※2)

※1:タグ認証機能は2015年9月販売分からの新機能です。
タグ認証機能は工場出荷時のデフォルト設定は無効になっています。
(すべてのタグに反応するようになっています。)

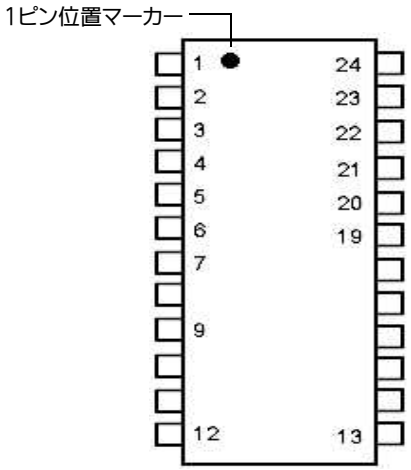
※2:パソコンで簡単にRFID-MOD10をコントロールできるソフトウエアをリリースしている他、ソースコードも公開しております。

Hitag2規格とは

Hitag規格は、フィリップス社が開発したRFID規格の1つでユーザーが自由に利用できるメモリ空間は16バイトです(1ページ4バイトが4ページ)。ICタグには電源を搭載しなくてよい電磁誘導方式を用いています。(タグ側が電源を搭載しないタイプのRFIDをパッシブRFIDタグといいます。)

Hitag2規格では、2方向のパスワード機能を搭載しており、RFID-MOD10側からICタグ側へ送られるパスワード(RWDパスワード)と、タグ側からRFID-MOD10側に送られるパスワード(TAGパスワード)の2つのパスワードが一致しないと通信が行えない仕組みになっています。そのためセキュアなアプリケーションを作成することができます。また、タグ認証機能により、最大60枚まで個別タグのシリアル番号を登録することで、登録されているタグにしか反応しない機能もあります。(※1)

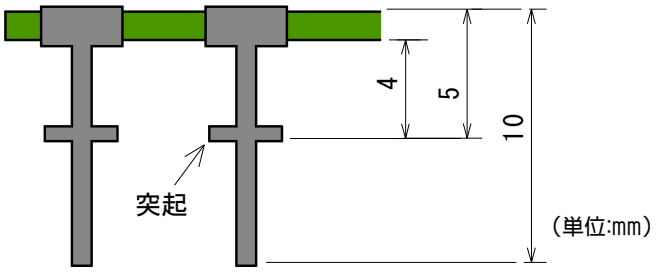
RFID-MOD10のピン配置と各ピンの機能



※数字表記のないピンは、本体にピンがありません。

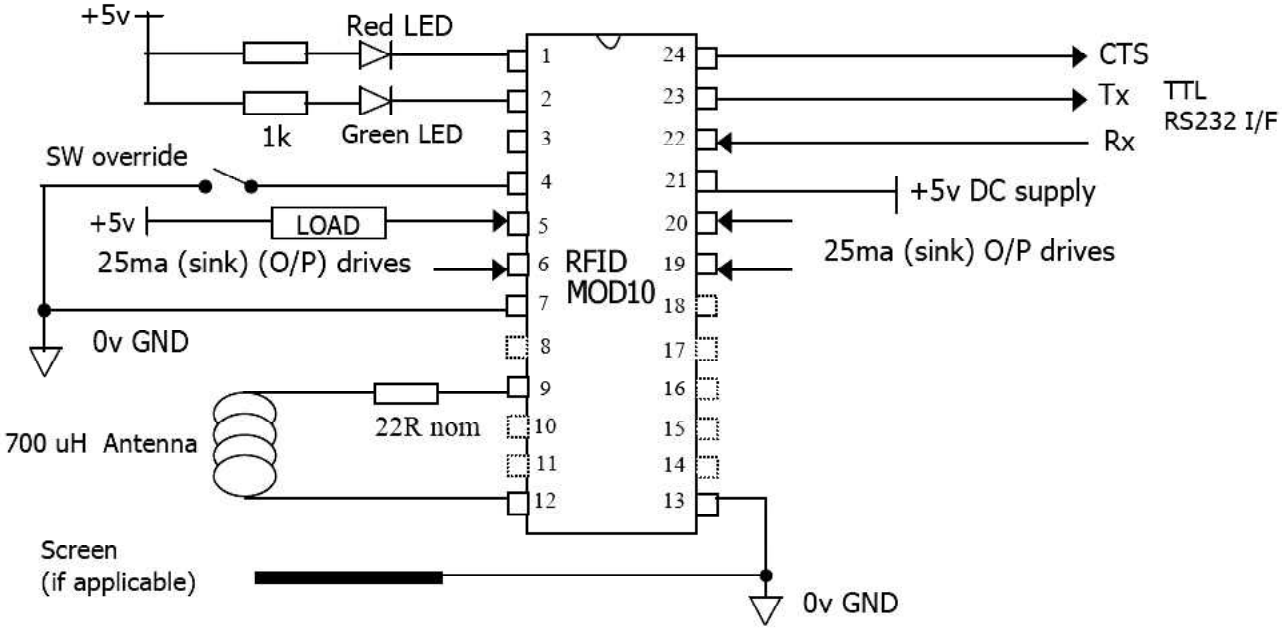
DIP形状でピンピッチは隣のピンがある場合2.54mmピッチです。幅は17mmです。600ミルのICソケットなどに装着できます。(600ミルは15.24mmなので若干足が曲がります。)

ピンは下図のように途中に突起があり、基板実装時に5mm、基板面と本モジュールの部品実装面の間に間隔があくようになっています。本モジュールの部品面には背の高い部品がありますので、基板実装時には必ず5mm以上の間隔が空くように実装する必要があります。



ピン	ピン名	I/O種別	IOタイプ	ピン機能の解説
1	LED1(赤)	出力	TTL	赤LED出力、待機時及びタグ認証による未登録タグでLowレベル、最大25mAのシンク電流
2	LED2(緑)	出力	TTL	緑LED出力、タグ認証で登録されたタグが通信可能圏内にある時Lowレベル、最大25mAのシンク電流
3	リセット	入力	ST	内部でプルアップされたリセットピン、アクティブLow論理、通常は何も接続しません(Open)
4	SW1	入力	ST	OP0～OP3の出力を無効にするスイッチ入力ピン、内部でプルアップされており通常は何も接続しません
5	OP1	出力	TTL	緑LEDと連動してLowレベル、最大25mAのシンク電流(2ピンと連動)
6	OP2	出力	TTL	緑LEDと連動してLowレベル、最大25mAのシンク電流(2ピンと連動)
7	GND	電源	−	GNDに接続
9	AN1	電力	アンテナ	アンテナピン、最大200mA、±110V　700μHのアンテナを22～27Ωの抵抗を介して接続します
12	AN2	電力	アンテナ	アンテナピン、最大200mA、±110V　700μHのアンテナを接続します
13	GND	電源	−	GNDに接続
19	OP3	出力	TTL	緑LEDと連動してLowレベル、最大25mAのシンク電流(2ピンと連動)
20	OP4	出力	TTL	緑LEDと連動してLowレベル、最大25mAのシンク電流(2ピンと連動)
21	Vcc	電源	−	+5V電源　要安定化　(電源に際しては『電源に関する注意』の項をお読みください)
22	Rx	入力	TTL	シリアル通信データRX(受信)ピン　9.6Kbps、データ長8ビット、1ストップビット、ノンパリティ
23	TX	出力	TTL	シリアル通信データTX(送信)ピン
24	CTS	出力	TTL	シリアル通信CTSハンドシェイク出力、このピンがLowの時のみRX(受信)が可能になります

※最も基本的な接続参考回路(ピン機能の説明と一緒に参考にしてください。)



ピン概要（主なピンの機能）

■1ピン−2ピン(LEDピン)

1ピンと2ピンはインジケーター用のLEDを接続するピンです。
1ピンと2ピンはそれぞれ交互の点灯で同時に点灯または消灯することはありません。
1ピンは通常1kΩの抵抗器を介して、赤LEDを接続します(LEDの仕様に応じて適切な値にしてください。)。

待機時及びタグ認証を有効にしている場合、モジュール本体に登録されているシリアル番号のタグが通信可能圏内に近づくと緑LEDを点灯します。モジュールに登録されていないシリアル番号のタグが近傍に近づいても、赤色LEDが点灯したままになります。

タグ認証を無効にしている場合には、LED表示はHitag2規格のタグが通信可能圏内に存在しているか、いないかを示すインジケーターとなります。対応タグが通信圏内にあると緑LEDが、それ以外は赤LEDが点灯します。

※緑LEDが点灯しても、RWDパスワード及びTAGパスワードが一致しない場合、タグへのデータの読み書きはできません。

※本ピンはRWDパスワード、TAGパスワードの一致、不一致に関係なく動作します。

※タグ認証機能は、工場出荷時には無効となっており、すべてのタグに反応するようになっています。タグ認証の有効／無効の切り替えは、モジュール本体のタグ認証リスト0番に、シリアル番号が保存されている場合には有効に、リスト0番に何も保存されていない(FF FF FF FF)の場合には無効になります。詳しくは本書の「タグ認証について」の項目に記載しています。

■3ピン(リセットピン)

モジュール内で抵抗器でプルアップされたリセットピンです。
通常はオープン(何も接続しない)にしておきます。アクティブLow論理です。このピンをLレベルにすると本体がリセットされます。

■4ピン(出力無効スイッチピン)

モジュール内で抵抗器でプルアップされた入力ピンです。
このピンをLレベルにすると、OP0～OP3の出力ピンが無効(Lレベルに固定)になります。また、1ピン、2ピンのLEDは1ピンがHレベルになり消灯し、2ピンがLレベルになりLEDが点灯します。1ピン、2ピンのLED表示は、ICタグの有無や、読み取り可能の可否に関わらずこのピンがLレベルになると2ピンがLレベルに固定されます。(常に緑LEDが点灯)。ただしこの間もICタグの読み取りは可能で、シリアル通信経由での各種制御はすべて行うことができます。
通常はオープン(何も接続しない)にしておきます。

■5ピン-6ピン-19ピン-20ピン(OPピン)

OPピンは、2ピンの緑LEDと連動して動作する外部出力ピンです。
緑LEDが点灯する状態になるとLレベルになります。赤LED点灯時にはHレベルになっています。
Hitag2規格のタグが通信可能範囲内にある時、Lレベルになります。またタグ認証機能を有効にしている場合には、モジュール本体にリスト登録されているシリアル番号のタグが通信可能圏内にあるとLレベルになります。タグ認証機能を無効にしている場合には、対応タグが通信圏内にあるか、ないかを出力するピンとなります。

ドライバ能力は最大25mAの電流を流せます。外部の機器をコントロールしたりマイコン等と接続して外部通知用として使えます。25mA以上の電流が流れないように注意してください。

※本ピンはRWDパスワード、TAGパスワードの一致、不一致に関係なく動作します。

■7ピン-13ピン-21ピン(電源ピン)

7ピンと13ピンはGNDに接続します。必ず両方のピンをGNDに接続してください。21ピンは、+5Vの電源ピンです。

RFID-MOD10は消費電流の変動が大きく、十分な電流を取り出せる電源をご使用ください。
消費電流の変化に伴う電圧の変動を軽減するため、21ピンの直近に100uF～220uF程度の電解コンデンサを取り付けて使用します。
電流はピーク時、約250mA程度流れることがあります。
電源品質はRF領域の通信品質にかなりの影響を及ぼします。電源品質が悪くなるとICタグとアンテナの通信可能距離が著しく短くなります。電源に関する注意事項は『電源に関する注意』の項をお読みください。

■9ピン-12ピン(アンテナピン)

アンテナを接続するピンです。通常RFID-MOD10では700μHのコイル状の円形アンテナを接続します。アンテナに関しては『アンテナの接続』の項をお読みください。

■22ピン-23ピン-24ピン(UART通信ピン)

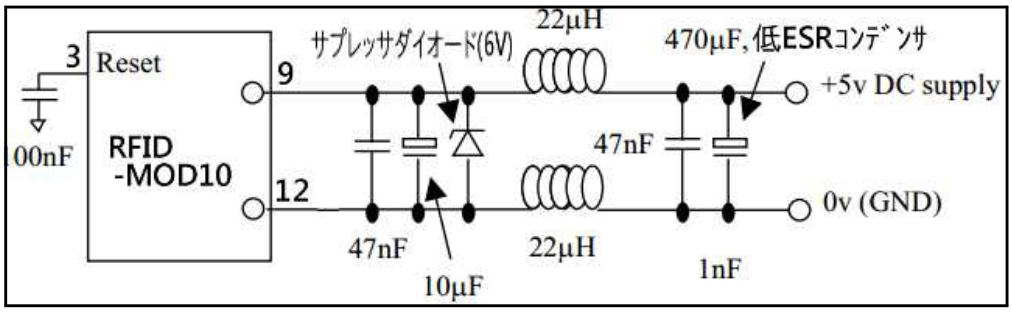
RFID-MOD10はTTLレベル(0V-5V)のハードウエアフロー制御式の非同期式シリアル通信(UART)で制御します。
通信プロトコルは通信速度9600bps、データ長8ビット、1ストップビット、ノンパリティとなっており、設定は変更できません。

パソコンのRS232Cポートと接続する場合には、ADM3202のようなレベル変換ICを介して接続します。
RFID-MOD10はCTSフロー制御を行います。フロー制御が正しくできない場合、RFID-MOD10は動作しません。
シリアル通信に関しては『シリアル通信について』の項をお読みください。

電源に関する注意

RFID-MOD10は+5Vの単一電源で動作します。RFID-MOD10は消費電流の変動が大きいため、対策が不十分な場合、電源ラインの電圧降下が発生してRFID-MOD10への給電が不安定になり動作が不安定になることがあります。電源品質はRF領域の通信品質にかなりの影響を及ぼします。電源品質が悪くなるとICタグとアンテナの通信可能距離が著しく短くなります。

RFID-MOD10の+5Vの電源ピン(21ピン)の直近には、電圧降下による電圧変動を最小限にするため、100uF～220uF程度の電解コンデンサを取り付けてください。また、周辺回路などが同一基板上にあり、同一電源を使用する場合には、ほかの回路への影響や、ほかの回路からの影響を最低限にするため、下図のような回路を構成することをお奨めします。



※この回路は推奨回路であり必ずしもこのようにする必要はありません

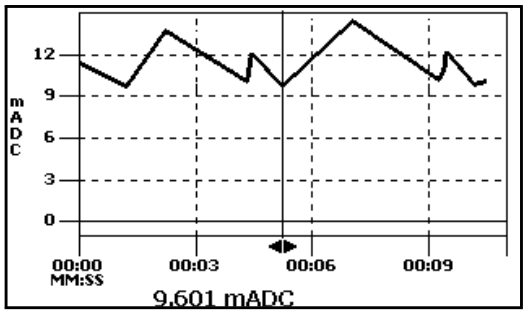
複数の静電容量のコンデンサを並列に接続することで、様々な周波数成分への対策となります。3ピンのリセットピンは通常、オープンで使用しますが、0.1uF程度のコンデンサをGND間に取り付けるとノイズ対策となります。

RFID-MOD10の電源と、ほかの回路の電源とが共通の場合には、交流的な影響を低減する目的で20uH～30uH程度のインダクタを挿入することを推奨します。また、バイパスコンデンサーを十分に挿入してノイズ対策を行います。

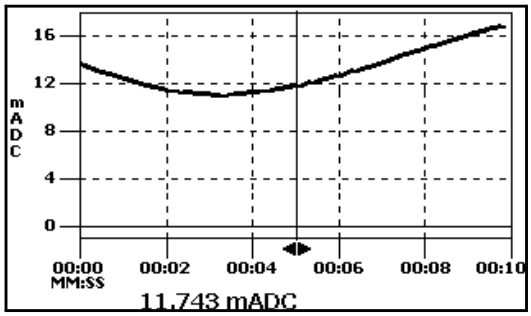
サプレッサダイオードは、サージ電流に対しての対策として挿入しています。必須ではありませんが、本体を過電流から保護のために挿入します。

電源の+5Vを三端子レギュレターを用いて作り出す場合、三端子レギュレターが発振しないように、適切なパスコンを取り付けて安定した電源が給電できるように設計してください。

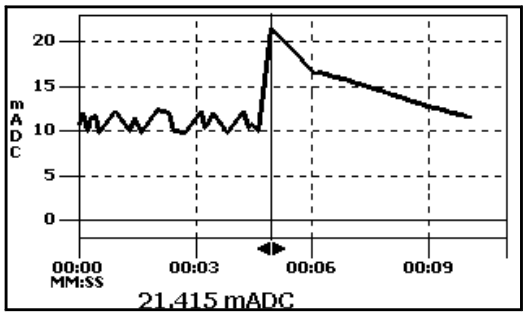
下図は、10秒間の+5V電源ピンに流れる電流の変動を記録したグラフです。



タグが近傍にない待機時(平均11mA程度)



タグが近傍(<10cm)にある場合(平均14mA程度)



タグが接近(5秒時)した時の消費電流の変化

左図はICタグが近傍にない状態から、近傍にタグを近づけた時の消費電流の違いを示した実測グラフです。計測開始5秒後にタグを接近させて通信可能な状態にした場合です。待機時にも左上グラフの通り変動がありますが、タグが接近すると消費電流が急激に大きくなり(実測値では最大21.4mA)、漸次消費電流は小さくなります。
タグ接近5秒程度経過すると、再度消費電流は増加します。(右上グラフ)

左上のグラフにあるように待機時に消費電流は周期的に変化しています。この変化が電源電圧の揺れにつながると、本体の動作に大きな支障を与えます。RFID-MOD10の電源には、負荷側の負荷電流変動により出力が影響される度合い(ロードレギュレーション)が、より安定的な電源を用意してください。

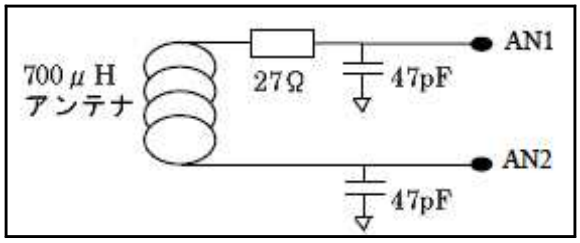
アンテナの仕様と接続

RFID-MOD10にはインダクタンス700μH～880μHのコイル状円形アンテナを接続します。

RFID-MOD10の9ピンのAN1と、12ピンのAN2にアンテナを接続します。下図の通り、AN1には22～27Ωの抵抗を直列に接続します。これはS/N比の改善と、Q値の改善を目的に挿入されます。

また両アンテナのピンには、22pF～60pF程度のセラミックコンデンサを必ず取り付けてください。推奨回路を下記の示します。

RFID-MOD10ではAN1からAN2に約400mA程度の電流が流れます。電圧はピークトゥピークで約150V程度の電圧がAN1-AN2間に印加されます。抵抗は耐圧が200Vまでのものをご使用ください。



700uHアンテナ接続回路例

RFID-MOD10では、インダクタンスが700μH～880μHの円形アンテナを9ピンと12ピンに取り付けます。円形アンテナの直径は必ず5cmにします。この規格以外のアンテナは使用できませんので、アンテナを自作する場合には必ず下記の手順に従い、アンテナを準備してください。

またアンテナを自作される場合にはお手元にインダクタンスを計測できるLCRメーターが必要です。

■アンテナの仕様

インダクタンス700uHで、直径50mmの円形アンテナが必要です。
仕様する線材はエナメル線で径が0.2mm程度の物をご使用ください。

■直径5cmの700μH程度のアンテナを作る

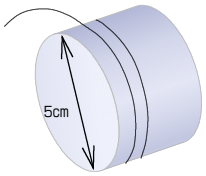
用意するもの

・φ0.2のエナメル線　（径が0.2mmのもの）　1m60cm位
・直径5cm（φ50)の円形の筒　（サランラップの芯など）
・長さが20cm位の円筒に巻き付けられる位の紙
・半田ごて
・インダクタンスメーター　（できれば用意してください）

作り方

① 最初に直径5cmの円筒形の筒を用意します。ここにエナメル線を巻き付けますが、あとで取り外しやすいように円筒に紙をゆるく巻いてセロハンテープ等で固定しておきます。

② φ0.2のエナメル線を先を少し残した状態(2～3cm位)状態で①の筒に巻き付けます。(紙の上から巻き付けます)



③ 約700μHにする場合には、直径5cmの筒に②のエナメル線を合計96回巻き付けます。1周したら1回とカウントします。
96回ですので、 2π×2.5×96 = 約1m50cm　エナメル線が必要です。96回で約700μHになります。

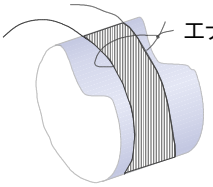
※インダクタンスは、エナメル線の径や巻き方によっても変動しますので、インダクタンスメーター等で値を計測しながら作ることをおすすめします。

④ 巻き終えたら、エナメル線の最後の部分を2～3cm位残します。

⑤ 巻いたエナメル線は、筒から外すとすぐに形が崩れてしまいますので新たに5cm位に切ったエナメル線を2本用意しておきます。

⑥ 巻き付けたエナメル線の下の紙ごと円筒から取り外します。

⑦ ⑤で用意したエナメル線を使い、今作ったコイルの2箇所ほどを固定します。



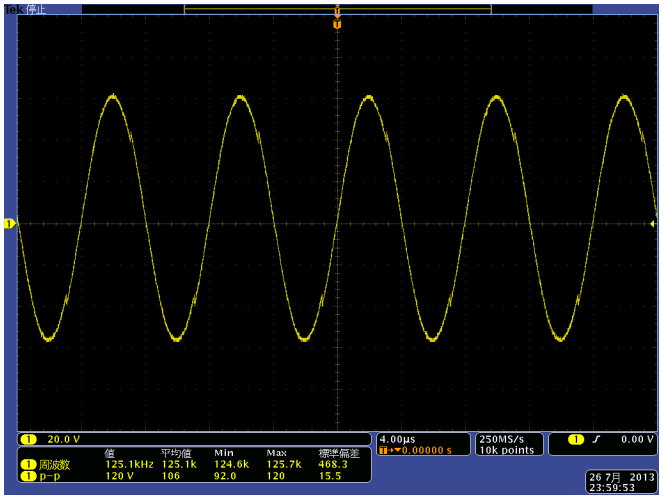
⑧ しっかり固定すれば完成です。インダクタンスメーターでアンテナのインダクタンス実測値が690μH～880μH程度であることを確認してください。これでアンテナは完成です。

上図は実際に作ったアンテナです。コイルの部分にはエナメル線がほどけないようシールテープを巻いています。
金属以外のテープで巻いてください。

■アンテナのチューニング(オプション)

アンテナが完成したら次の方法で、調節を行いパフォーマンスがよくなるように最適化することをお奨めします。オシロスコープが必要になりますが、チューニングしなくても実際にタグと通信させてみて問題がなければ、この項目は読み飛ばしてもかまいません。

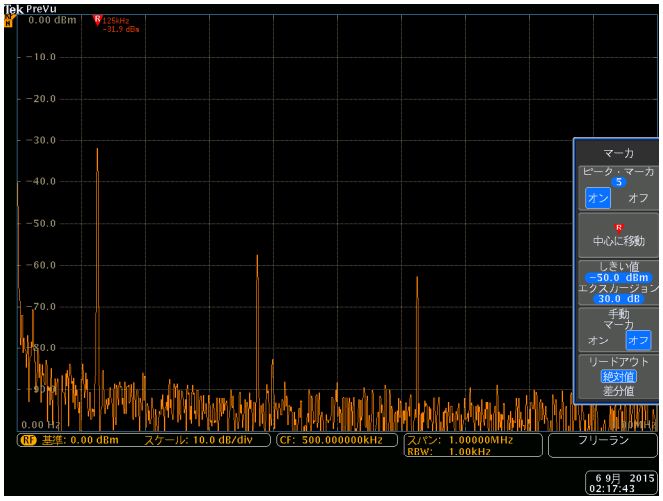
700uHのアンテナを装着時に、AN2ピンとGNDピン間にオシロスコープのプローブを付けて波形を確認します。このときアンテナの近傍にタグを置かないでください。125KHzの正弦波が確認できます。



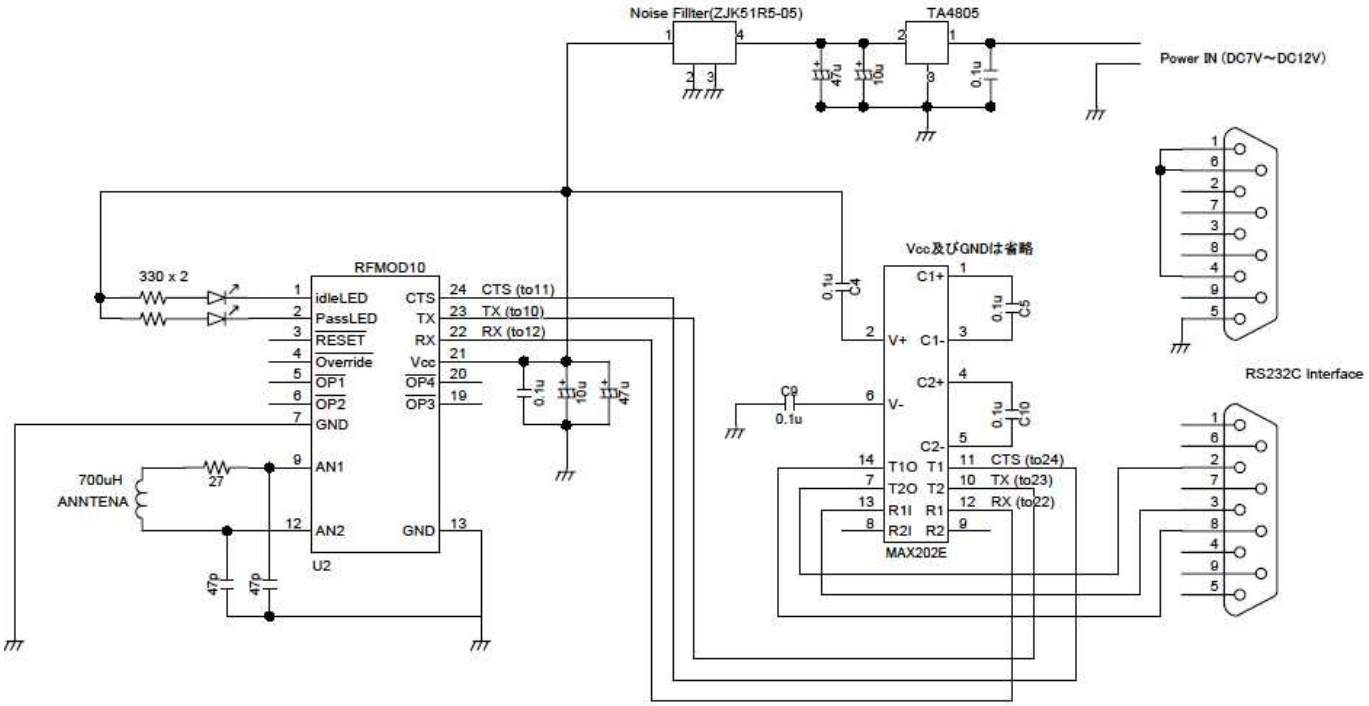
ピーク電圧を110V程度にするとS/N比がよくなります。実用的な使用では、100Vp-pになるよう調整します。

アンテナの安定性そのものを表すような指標はありませんが、Q値が参考的な指標になります。一般的にはQ値が大きい(帯域が狭い)場合は他からの影響を受けやすくなります。測定周波数120kHzにおいてQ値は20を超えない程度が理想になります。

またスペクトラムアナライザをお持ちで、近接界プローブがある場合にはループアンテナ型のプローブを装着し、アンテナからの垂直方向(最大放射方向)10cm位置の電界強度が125kHzで-30dBm程度であることを確認します。下図は実測値例です。



推奨回路例



推奨回路例です。RFID-MOD10とパソコンを接続する場合には、上記の回路図のようにADM3202のようなUART-RS232Cレベル変換ICを介してD-Sub9ピンのRS232Cコネクタを取り付けます。

Hitag2のパスワードとタグ認証

■Hitag2パスワードの種類

Hitag2規格では、2つのパスワードによってアクセス制限を行っています。この2つのパスワードが、RFID-MOD10モジュール本体とICタグ間で、完全に一致しないとタグへのアクセスはできません。本項ではパスワードについての概要を説明しています。2つのパスワードは次の通りです。

※説明文中の値で、"0x"が付いている値は16進数であることを表しています。

①RWDパスワード　[RFID-MOD10→ICタグ]

RFID-MOD10から、ICタグに送信される32ビットのパスワードです。RFID-MOD10と通信できる範囲内にICタグが近づくと、RFID-MOD10は最初にRWDパスワードをタグ側に送信します。

RWDパスワードは、RFID-MOD10本体及びICタグのフラッシュメモリに記憶させてあります。ICタグは、このRWDパスワードを受信して認証を行い、自身のフラッシュメモリーに書き込まれたパスワードと一致していると、次にTAGパスワードをRFID-MOD10に送信します。

RWDパスワードが一致しない場合、ICタグはTAGパスワードを送信しません。なお工場出荷時のRWDパスワードデフォルト値は次の通りです。

0x52	0x4B	0x49	0x4D
3	2	1	0

（ブロック）

※8ビット×4ブロックです。

②TAGパスワード　[ICタグ→RFID-MOD10]

ICタグからRFID-MOD10に送信される24ビットのパスワードです。最初のステップであるRWDパスワードが一致した時、次のステップとして、ICタグは自身のフラッシュメモリに記憶されているTAGパスワードをRFID-MOD10に送信します。RFID-MOD10が認証し、パスワードが一致していると、自由にICタグへのアクセスができるようになります。工場出荷時のデフォルト値は次の通りです。

0x54	0x48	0xAA	-
3	2	1	0

（ブロック）

※8ビット×3ブロックです。ブロック0は設定保存値です。

すべてのRFID-MOD10と、ICタグは工場出荷時にはいずれもデフォルト値（初期値）になっており、RWDパスワード及びTAGパスワードとも一致しています。そのため自由にアクセスできるようになっています。

ユーザーは、その状態でアプリケーションを作ることもできますし、独自のパスワードに変更してお使い頂くこともできます。その際、パスワードの値を忘れてしまうと、アクセスできなくなり、結果としてICタグには恒久的にデータの書き込み、読み込みができくなってしまいますのでパスワードの管理にはご注意ください。

パスワードの変更方法についてはコマンド一覧にて詳しく解説しておりますので、そちらをご参照ください。

■タグ認証

先述の通りHitag2規格では2つのパスワードよって、モジュールとICタグとの間で、パスワード制御をしています。しかし、これらのパスワードが破られた場合、タグにアクセスができてしまう場合もあり得ます。（パスワードを解読してしまうには相当なハッキング技術が必要で通常使用ではまず問題になりません。）

そのためHitag2では、モジュール本体に最大60枚までのタグのシリアル番号を登録しておき、リストにあるカードのみ読み込み、書き込みができる、リストによる認証「タグ認証」の機能があります。この機能を使えば、登録していないシリアル番号のタグには反応しませんので、パスワード機能と併せてより強固なセキュリティを実現できます。

Hitag2規格タグには1枚1枚変更不可能なシリアル番号が、不揮発性メモリのページ0に4バイトで書き込まれています。このシリアル番号は、ユーザーにて変更することはできません。この4バイトのシリアル番号を本体に登録します。

タグ認証機能は、工場出荷時には無効になっています。タグ認証の有効/無効の切り替えは、モジュール本体のタグ認証リスト0番に、シリアル番号が保存されている場合には有効に、何も保存されていない場合(4バイトの値がFF FF FF FF)には無効になります。

■パスワード及びタグ認証におけるLED表示について

①タグ認証機能を無効にしている場合

通信可能圏内にHitag2規格のタグが存在する場合に緑LED点灯。
それ以外は赤LED点灯。
RWDパスワード、TAGパスワードの一致、不一致には関係せず上記の内容でLEDは動作します。

②タグ認証機能が有効の場合

リスト登録されたタグが通信可能圏内に存在する場合に緑LED点灯。リストに登録されていないタグが通信可能圏内にある場合には赤LED点灯。
RWDパスワード、TAGパスワードの一致、不一致には関係せず上記の内容でLEDは動作します。

Hitag2（ICタグ側）のメモリマップ

Hitag2準拠のICタグの内部フラッシュメモリは下記のようなメモリ構造になっています。フラッシュメモリはページ0～7までの合計8ページからなり、各ページは32ビット(4バイト)です。本書では便宜上1バイト毎にブロックとして記載しています。各ページはブロック0～3から構成されています。

ブロック	3	2	1	0

なお、ページ0及びページ2はユーザーにて使用することはできません。予約エリアです。

ページ数	詳細(各ページは32ビット)
0	シリアル番号(ユーザーは変更しません)
1	RWDパスワード値
2	予約ページ(ユーザーは扱えません)
3	コンフィギュレーション及びTAGパスワード値
4	ユーザーエリア　(Read/Write)
5	ユーザーエリア　(Read/Write)
6	ユーザーエリア　(Read/Write)
7	ユーザーエリア　(Read/Write)

■ページ0　シリアル番号

タグ1つ毎に書き込まれた一意の4バイトの値です。タグ製造時に書き込まれており、ユーザーは値を変更できません。(変更しようとするとそのタグは使用できなくなります。)
シリアル番号の確認は、0x52("R")コマンドでページ0の値を読んでご確認ください。

※シリアル番号の変更を行なおうと、ページ0に値を書き込むとそのタグは不正利用されたことになり使用不可能になりますのでご注意ください。

■ページ1　RWDパスワード

RWDパスワードが設定されています。
RWDパスワードは32ビットで、デフォルト値は、16進数で0x4D, 0x49, 0x4B, 0x52 に設定されています。このパスワードの値はICタグ側とRFID-MOD10側で一致しないと通信ができません。

	0x52	0x4B	0x49	0x4D
ブロック	3	2	1	0

■ページ3 コンフィギュレーション及びTAGパスワード

ページ3の下位24ビット(ブロック2～0)はTAGパスワードに使用されます。デフォルト値は、16進数で0xAA, 0x48, 0x54に設定されています。
最上位の8ビット(ブロック3)はユーザーエリアへのアクセスを制御したりパスワードを変更できないようにするなど高度なICタグの設定を行うコンフィギュレーションビットです。デフォルトは0x06に設定されており、通常使用では変更しないことをお奨めします。

※コンフィギュレーションビットの設定を誤ると、そのICタグには恒久的にアクセスできなくなる場合があります。またRFID-MOD10は、コンフィギュレーションビットの値が0x06の場合の時のみアクセスできます。

	0x54	0x48	0xAA	0x06
ブロック	3	2	1	0

■ページ4～7　ユーザーエリア

ユーザーが自由に使えるエリアです。4ページが割り当てられており、32ビット×4で合計128ビットのユーザーエリアがあります。

	0～0xFF	0～0xFF	0～0xFF	0～0xFF
ブロック	3	2	1	0

RFID-MOD10モジュールのメモリマップ

RFID-MOD10の内部フラッシュメモリは下記のような構造になっています。フラッシュメモリーのサイズは255バイトで、そのうちユーザーが使用するのは、RWDパスワード及びTAGパスワードを設定しておく、ブロック4～ブロック11（ブロック8は除く）と、タグ認証でシリアル番号を登録するためのブロック12～ブロック252までです。

※タグの方のブロックと間違えないようにご注意ください。

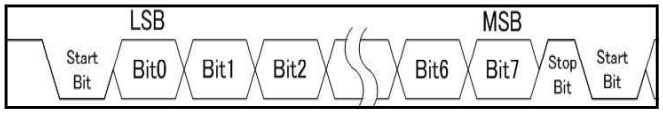
※各ブロックは8ビットサイズ（1バイト）です。

※ブロック12～15はデフォルト値が0xFFになっておりタグ認証が無効になっています。ここにシリアル番号を登録するとタグ認証機能が有効になります。

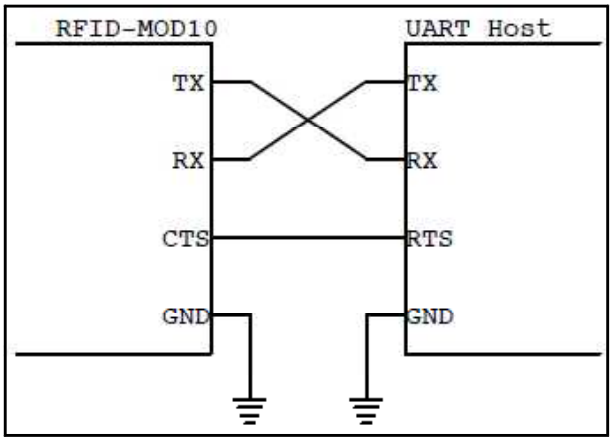
ブロック	詳　細
4	RWDパスワード3　デフォルト値 0x4D
5	RWDパスワード2　デフォルト値 0x49
6	RWDパスワード1　デフォルト値 0x4B
7	RWDパスワード0　デフォルト値 0x52
8	使用しません
9	TAGパスワード2　デフォルト値 0xAA
10	TAGパスワード1　デフォルト値 0x48
11	TAGパスワード0　デフォルト値 0x54
12	タグ認証シリアル番号(MSB) 3　デフォルト値0xFF
13	タグ認証シリアル番号2　デフォルト値0xFF
14	タグ認証シリアル番号1　デフォルト値0xFF
15	タグ認証シリアル番号(LSB) 0　デフォルト値0xFF
16	タグ認証シリアル番号(MSB) 3
17	タグ認証シリアル番号2
18	タグ認証シリアル番号1
19	タグ認証シリアル番号(LSB) 0
	・・・ ・・・ ・・・
255	内蔵メモリ最終番地

シリアル通信について

RFID-MOD10のUART通信プロトコルは通信速度9600bps、データ長8ビット、1ストップビット、ノンパリティに固定されており、ユーザーによる変更はできません。データはLSB先頭です。



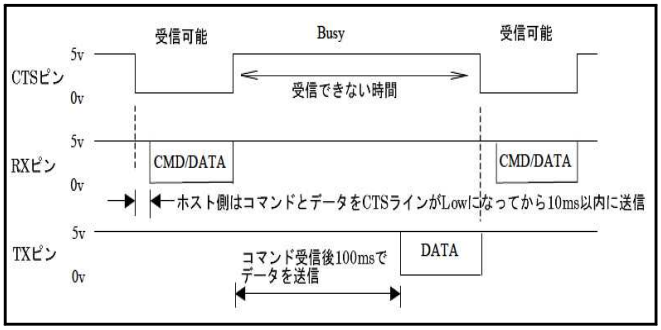
RFID-MOD10はCTSハードウエアフロー制御通信を行います。ハードウエアフロー制御通信とは、いつでもデータを送受信できる通信ではなく、CTS信号線を使って、送受信する信号のタイミングを制御する通信方法です。よって、RFID-MOD10とホスト機器（RFID-MOD10をコントロールするUART通信機器）は、TX線、RX線の送受信信号線の他に、CTS線を接続して3線で通信を行うことになります。RFID-MOD10のCTS線は、UARTホスト機器のRTS線と接続します。



接続概念図

RFID-MOD10は、CTS線がLレベルの時だけ、RX線から入力されたデータを受け取ります。CTS線がHレベルの時は、RX線にデータが到達しても一切受信しません。

よって、ホスト機器はRFID-MOD10のCTS線を監視し、何かデータをRFID-MOD10に送信したい時は、CTS線がLレベルになったことを確認してからデータを送信するようにします。さらに1つ決まり事があり、UARTホスト機器からデータを送信する場合には、RFID-MOD10のCTSピンがLレベルになってから10ミリ秒以内にデータを送信する必要があります。タイミングチャートを以下に示します。

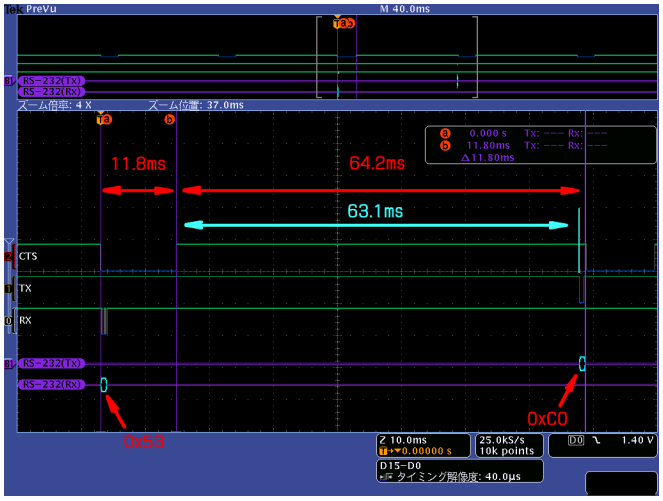


シリアル通信タイミングチャート（ピン名はRFID-MOD10側）

ホスト機器がデータをRFID-MOD10へ送る場合には、CTS線がLレベルになったことを確認し、10ミリ秒以内にデータを送信します。このタイミングがずれると、通信が正しく行えませんので注意が必要です。

ロジック電圧レベルは、0V-5V振幅です。PICマイコン等の+5Vで動作するマイコン等とは直結できます。パソコンのRS232Cポートと接続する場合には、ADM3202等のRS232-UARTレベル変換ICを介して接続します。パソコンと通信を行う際には、当方にて提供している専用のサポートウエアをご利用になると便利です。詳細は後の項をご参照ください。

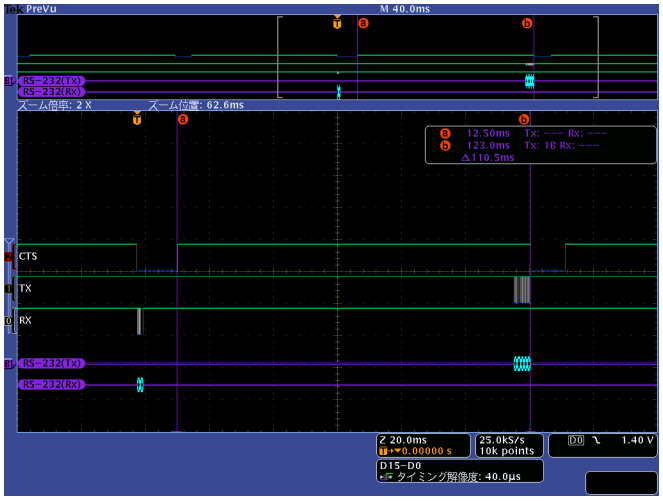
実際に通信を行っている時の観測波形を下図に示します。下図はRFID-MOD10のCTSピン、RXピン、TXピンをそれぞれロジックアナライザで観察した場合です。ホスト側からRFID-MOD10の状態を取得する0x53コマンドを送信した場合の波形です。



0x53受信時のRFID-MOD10の観測波形

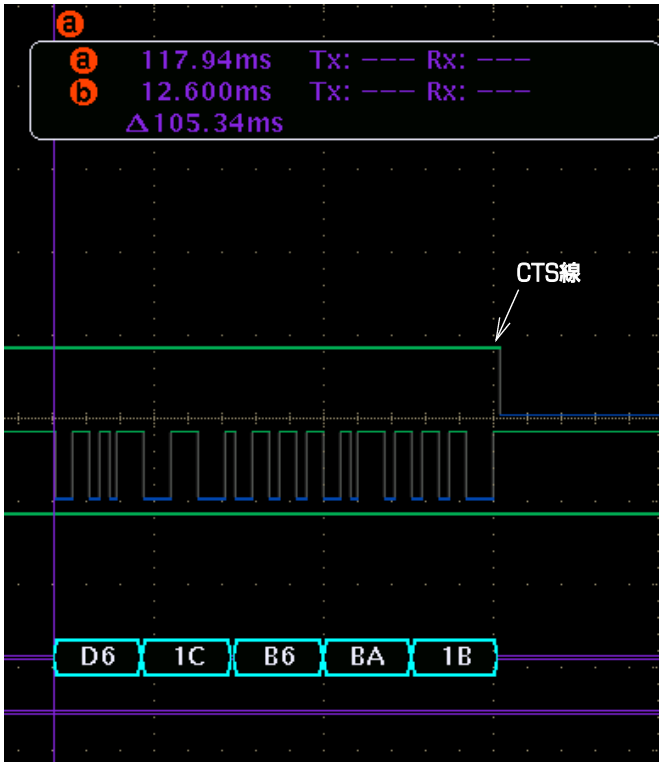
CTS信号は64.2ミリ秒毎にLになり、L状態の時間は11.8ミリ秒です。このCTS線がLレベルの時にのみRX線のデータを読み取ります。上図例はUARTホスト側から、モジュールの状態を取得するコマンド、0x53を送信しています。そのコマンドに対するRFID-MOD10の応答（戻り値）は、CTS信号がHレベルに戻ってから63.1ミリ秒で返っています。戻り値は0xC0となっています。

次にICタグから指定したページのデータを読み込む0x52コマンドを受信した場合の観測波形を示します。



0x52受信時のRFID-MOD10の観測波形

この時は、CTS線のL時間が、12.7ミリ秒になっており、CTS線のH時間は、110.5ミリ秒と0x53コマンドの時よりも長くなっていることが分かります。コマンドに対する戻り値は、CTS線がHになってから105.3ミリ秒程度となっています。



RFID-MOD10が0x52に対する戻り値を出力した部分の波形

なお上図からも分かるとおり、RFID-MOD10は戻り値をすべて出力した直後にCTS線をLレベルにしています。よって、RFID-MOD10の戻り値は必ずCTS線がHレベルの時間内に行われることになります。

上図の時間は実測によるものであり、通信環境等によって時間間隔は変わることがあります。このデータの各時間はあくまでも参考としてご利用頂き、各信号のタイミングを理解する物としてご利用ください。

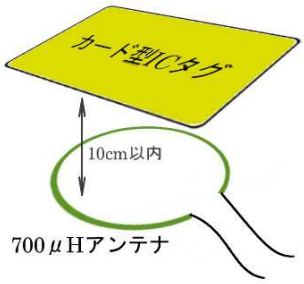
タグに働きかけるコマンド

この項では、ICタグからデータを読み込んだり、ICタグにデータを書き込んだりするコマンドの解説をしています。

■ICタグの準備

ICタグからデータを読み込んだり、書き込んだりするには、ICタグとRFID-MOD10が通信できる状態である必要があります。

通信ができる状態とは、アンテナとICタグが近傍(約10cm以内)に存在し、かつ、RWD及びTAGパスワードが一致している状態のことをいいます。



■コマンドの詳細

※コマンド値の所にある( )内はASCII文字です。

コマンドの働き	コマンド	長さ
ステータス取得	0x53 ("S")	1バイト (引数なし)

■コマンド書式

0x53

■このコマンドの働き

RFID-MOD10の状態を取得します。
このコマンドを送信すると、RFID-MOD10から現在のモジュールの状態が戻り値として戻ります。
戻り値には、ICタグが通信可能距離範囲内にあるか、タグ認証有効時にはリスト登録されたタグか、などの情報が含まれています。
戻り値は8ビットですが、その戻り値の各ビットには次のような意味があります。該当ビットが1の時、その項目が適用されます。

ビット	
7	→なし(つねに1)
6	→なし(つねに1)
5	→アンテナの状態が悪く通信不可
4	→リレー有効フラグ(4ピンの状態)
3	→RS232C通信エラー検出(フロー制御不正)
2	→RF通信でのRx信号OK(電波による通信OK)
1	→タグとの通信OK、タグ認証によるリスト登録あり
0	→EEPROMエラー検出

■戻り値

形式: ステータス値

タグが通信可能範囲内にない場合、RFID-MOD10は、
11000000(0xC0)を返します。
これは、ビット7と6は常に1で、その他のビットがすべて0になるからです。

もし、通信可能範囲内に、アクセス可能なICタグがある場合で、タグ認証を無効にしている場合又は、タグ認証を有効にしている場合でリスト登録されたタグの場合には、11010110(0xD6)が返ります。この値には次のような意味があります。

ﾋﾞｯﾄ	値	
7	1	→常に1
6	1	→常に1
5	0	→アンテナの問題なし
4	1	→OPO～3の出力が有効になっている
3	0	→RS232C通信問題なし
2	1	→タグからのACKあり、無線通信部問題なし
1	1	→タグとの通信OK、タグ認証によるリスト登録あり
0	0	→EEPROMの問題なし

※ﾋﾞｯﾄ1は、タグ認証無効時は、Hitag2規格のタグが通信可能圏内にあると1になります。

各ビットの0、1を判断することで現在RFID-MOD10がどのような状態であるかをホスト側で確認することができます。

主な戻り値を次にまとめました。

0xC0 = ICタグが通信可能範囲内にない
0xC4 = ICタグは通信可能範囲内にあるがタグ認証リストにない
0xD6 = 通信可能範囲内にHitag2規格のタグがある

また、ビット3が1になる場合には、UART通信で問題が生じていることを示しており、主にCTS線によるフロー制御ができていないことを表します。例えばCTS線がHレベルなのにホスト側がデータを送信したりした場合にここが1になって問題を伝えます。

■補足

RWDパスワード及びTAGパスワードの一致、不一致については本コマンドでは状態の取得はできません。(パスワードが一致していも、不一致でも返るステータス値は同じです。)
RWD及びTAGパスワードの一致、不一致を確認する場合には、Rコマンド(0x52)を使って適当なページを読み込むことでその戻り値によって判断するようにします。→詳しくはRコマンドをご覧下さい。

コマンドの働き	コマンド	長さ
タグからデータ読み込み	0x52("R")	2バイト

■コマンド書式
0x52　読み込みページ番号(0～7)

■コマンド概要
タグの指定したページのデータ、4バイト分を読み取ります。
0x52コマンドに続けて読み込みたいページ番号(0～7)を送信します。例えば、ページ4のデータ値を読み込みたい場合には下記の2バイトをUARTホストから本モジュールに送信します。
0x52 0x04

■戻り値

形式:　ステータス値, B0の値, B1の値, B2の値, B3の値

RWD及びTAGパスワードが一致して、タグからデータを読み取れた場合、ステータス値に続いて、読み込んだメモリ内の値がブロック0から3まで順に戻ります。よって正常に読み込みができた場合には合計で5バイトのデータが戻ることになります。

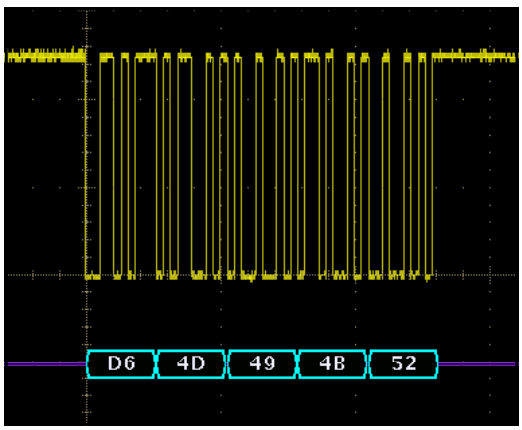
RWD及びTAGパスワード不一致によりデータの読み込みができない場合、通信可能圏内に有効なタグがない場合にはステータス値としてC0の1バイトのみ返ります。

タグ認証を有効にしている場合で、リストにないシリアル番号のタグの場合には、C4の1バイトのみが返ります。

正常に読み込みが完了すると、まずステータス値のD6が、続いてページ内のデータが4バイト戻ります。
例えば、ユーザーエリアにFF, FF, FF, FFが書き込まれていた場合には、次の値が戻ります。
D6 FF FF FF FF

最初に必ずステータス値が付加されていますので、ご注意ください。プログラムを作る場合には、この先頭の1バイトを判定して、D6であれば、タグからの読み込みを継続、それ以外の値であれば読み込みは継続しないようにします。

下図はページ1のデータを読み取った時(0x52,0x01)の、RFID-MOD10のTXピンから送信される戻り値を観察した波形です。



■補足
この0x52("R")コマンドを利用することで、次の3つが判別できます。

・タグが通信可能圏内にない　→　C0
・RWD及びTAGパスワードが不一致　→　C0
・タグ認証有効時で、リストにないタグ　→ C4
・正常にアクセス可能なタグ　→ D6

ステータス値がC0の場合には、

・タグが存在しない
・RWD又はTAGパスワードの不一致

のいずれかということになります。そこで、どちらなのかを判別する必要がある場合には、0x53("S")コマンドでステータスを確認します。0x53コマンドで戻り値がC0ならば「タグが存在しない」ことがわかりますし、D6ならば「RWD又はTAGパスワードの不一致」ということが分かります。

タグとの通信状態や、パスワードの一致、不一致の確認、タグ認証有効時のリスト確認をしたい場合には、0x52コマンドで適当なページを読み込んでみて、その戻り値を判定することで状態の確認ができます。

コマンドの働き	コマンド	長さ
タグへデータを書き込む	0x57("W")	6バイト

■コマンド書式
0x57　書き込むページ番号(0～7)　書き込む値4バイト

■コマンド概要
ICタグの指定したページに1ブロックあたり8ビットのデータを、4ブロック分書き込みます。
0x57コマンドに続けて、書き込むページ番号(0～7)、書き込む値4バイトの計6バイトを送信します。書き込む値は、ブロック0を先頭に送信します。

例えば、ページ5のユーザーエリアに、F0, 05, C2, D5を書き込みたい場合には下記のように送信します。(ブロック0がF0、ブロック3がD5の場合)

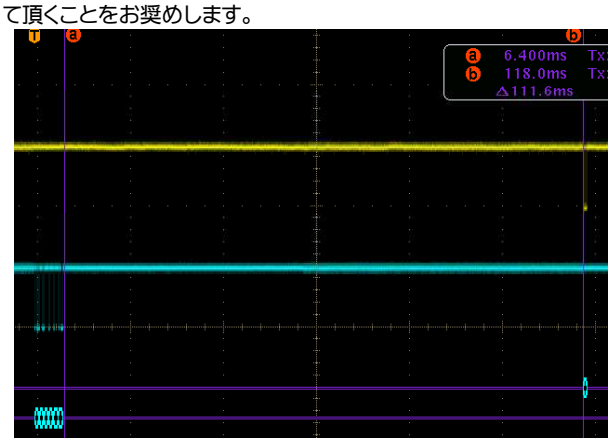
0x57 0x05 0xF0 0x05 0xC2 0xD5

なお、書き込む値は必ず4バイト、4ブロック分送信します。
例えばブロック1の値だけを変更したい場合でも、必ず4バイト、4ブロック分のデータを送信しなければなりません。バイト数が足りないと書き込みは完了せず、元の値のままになりますのでご注意ください。

■戻り値
正しく書き込みが完了すると、D6が戻ります。
書き込み失敗の場合には、それ以外の戻り値となりますので、内容を確認してください。

例えばRWD又はTAGパスワードの不一致により書き込みができない場合には、C0が戻ります。
タグ認証有効時で、リストに無いタグに書き込もうとした場合には、C4が戻ります。

コマンド及びデータ送信後、戻り値が戻るまでの時間は、その時の状況により多少変動します。下図はページ5のユーザーエリアに0xFFを4ブロック分書き込んだ場合の観測波形です。実測では書き込みデータ送信完了後から、ACKの0xD6が戻るまでの時間は111.6ミリ秒でした。
この時間は状況により変動しますので参考にご利用ください。
一般的には、500ミリ秒以内には、まず処理は完了するとして設計して頂くことをお奨めします。



■重要事項 【必ずお読みください】

・ページ0及びページ2には絶対に値を書き込まないでください。
ICタグにアクセスできなくなりますのでご注意ください。

・ページ3のブロック0はコンフィギュレーションビットです。
コンフィギュレーションは必ず0x06にしておく必要があります。
値を変えないように十分注意してください。値を変えてしまうとタグにアクセスできなくなります。

・RWD及びTAGパスワードの変更は、この書き込みコマンドで行いますが手順がありますので、必ず本書の『パスワード変更手順について』の項をお読みください。

RFID-MOD10を設定するコマンド

この項では、RFID-MOD10に内蔵されている不揮発性メモリーにデータを書き込むコマンドについて解説をしています。モジュール内の不揮発性メモリーには、RWDパスワード・TAGパスワードの2種類のパスワードと、タグ認証機能のためのシリアル番号登録のスペースがあります。メモリーマップは下表の通りです。

ブロック	詳　細
4	RWDパスワード3　デフォルト値 0x4D
5	RWDパスワード2　デフォルト値 0x49
6	RWDパスワード1　デフォルト値 0x4B
7	RWDパスワード0　デフォルト値 0x52
8	使用しません
9	TAGパスワード2　デフォルト値 0xAA
10	TAGパスワード1　デフォルト値 0x48
11	TAGパスワード0　デフォルト値 0x54
12	タグ認証シリアル番号(MSB) 3　デフォルト値0xFF
13	タグ認証シリアル番号2　デフォルト値0xFF
14	タグ認証シリアル番号1　デフォルト値0xFF
15	タグ認証シリアル番号(LSB) 0　デフォルト値0xFF
16	タグ認証シリアル番号(MSB) 3
17	タグ認証シリアル番号2
18	タグ認証シリアル番号1
19	タグ認証シリアル番号(LSB) 0
	・・・ ・・・ ・・・
255	内蔵メモリ最終番地

なお、パスワードの書き込み手順は、正しく行う必要がありますので、パスワードを変更する場合には、『パスワード変更手順について』をご参照ください。

不揮発性メモリーの各ブロックは8ビット(1バイト)です。よって各ブロックには0x00～0xFFまでの値を記憶できます。デフォルト値は上の表の通りとなっており、Hitag2規格標準の設定値となっています。そのためHitag2のICタグとはそのまま通信が可能です。(タグ認証機能は無効になっています。)

この値はフラッシュメモリーに記憶されていますので、電源を切断しても保持されます。

各ブロックの値の変更は、次の0x50("P")コマンドで行うことができます。

コマンドの働き	コマンド	長さ
パスワード値の書き換え	0x50("P")	3バイト

■コマンド書式
0x50 、ブロック番号 、値

■コマンド概要
RFID-MOD10内部の不揮発性メモリーに値を書き込みます。
RWDパスワード、TAGパスワード、タグ認証におけるシリアル番号の書き込みを行います。

このコマンドは、メモリーの1ブロックだけを書き換えます。ICタグへの書き込みと異なり、1ブロック単位での書き込みとなります。

例えば、ブロック4に値0x5Fを書き込みたい場合には、
0x50 0x04 0x5F を送信します。

メモリーマップは本書13ページに記載されています。

■タグ認証のシリアル番号登録について
ブロック12～15は、タグ認証の有効、無効を設定できるブロックです。ブロック12～15の4ブロックがいずれも0xFFの場合にはタグ認証機能は無効となり、すべてのシリアル番号のタグにアクセスできます。
このブロック12～15に0xFF以外の値が書き込まれると、タグ認証機能が有効となり、登録されているシリアル番号のタグにしかアクセスできなくなります。

タグ認証機能でリスト登録できるタグは最大で60枚までです。
最初の1枚目はブロック12～15、2枚目はブロック16～19、3枚目はブロック20～23・・・と続きます。

※タグに書き込まれているシリアル番号は、0x52("R")コマンドでページ0を読むことで確認できます。

■戻り値
書き込みが正常に完了すると、0xC0が戻ります。
この戻り値は、ICタグのステータス値ではありませんのでご注意ください。

■重要事項 【必ずお読みください】

・RFID-MOD10本体のRWDパスワード及びTAGパスワードの変更は、このコマンドで行いますが手順がありますので、実際にパスワード変更手順については、次の項にある『パスワード変更手順』をお読みください。

・パスワード値は忘れてしまうと、ICタグと通信ができなくなってしまいますので、必ず覚え書きを残すなど、パスワード値の管理をしてください。

・タグ認証では最大60枚までのシリアル番号が登録できます。それ以上のタグを利用する場合にはタグ認証機能は使用できません。

パスワード変更手順

RWDパスワードとTAGパスワードは、ユーザーが自由に変更できます。次の手順でRFID-MOD10及びICタグのパスワードを変更します。なお変更に際してはシリアル通信(UART)で通信を使います。シリアル通信の使い方は本書の『シリアル通信について』の項目で詳しく解説していますので、先にそちらをお読みの上、通信が正しくできる環境にて操作を行ってください。

1 RFID-MOD10及びICタグの、RWD及びTAGパスワードがデフォルトの状態、すなわちICタグへのアクセスが自由にできる状態で、ICタグのRWDパスワードを書き換えます。
→この段階で一度ICタグにはアクセスできなくなります。

2 RFID-MOD10に登録されているRWDパスワードを手順1で書き換えたパスワードに書き換えます。
→この状態で再度アクセスできるようになります。

3 ICタグのTAGパスワードを書き換えます。
→この段階で一度ICタグにはアクセスできなくなります。

4 RFID-MOD10に登録されているTAGパスワードを手順3で書き換えたパスワードに書き換えます。

なお、RFID-MOD10のパスワードは失念してもコマンドによって書き換えることができますが、ICタグ側のパスワードは失念してしまうとそのICタグは使えなくなってしまいます。パスワードの管理には十分ご注意ください。

パスワードのセキュリティー強度について

Hitag2規格では、RWDパスワードとTAGパスワードの2種類のパスワードでアクセス管理をしていますが、パスワードの通信は特に暗号化されているわけではありません。
パスワード強度は、RWDパスワード32ビット、TAGパスワード24ビットですが、これは強いセキュリティーが求められるアプリケーションへは適していません。例えばこのパスワード機能が期待通りのセキュリティーコントロールを達成できない時、人名や財産の毀損、損害などを被る可能性がある環境での使用はお控えください。
ホームロックシステムなどより強固な防犯性能が求められる環境では本製品はご使用頂けません。本製品のパスワード機能は、あくまでも複数のICタグの重複読み取りを防止したりする仕分け目的での使用にとどめてください。

RFID-MOD10シリーズサポートウエアで動作確認

当方では、RFID-MOD10をパソコンのRS232Cポートと接続して、パソコン上から簡単に扱えるようにする専用のサポートソフトウエアをご提供しています。ICタグのデータ読み込みや書き込みをはじめ本体のRWDパスワード、TAGパスワードの設定などの機能をパソコン上から行うことができます。RS232Cポートを搭載していないパソコンからはUSB-RS232変換ケーブルを介した接続でもコントロール可能です。

本ソフトウエアは、Visual C#2012 for Windows Desktopのソフトウエアで記述されています。.NET Framework4.5を使用しています。シリアル通信にはSerialPort クラス (System.IO.Ports)を使用しています。ソースコードは下記サイトよりダウンロードすることができますので、ご自分でソースコードを見ながらソフトウエアの改変などを行うこともできます。

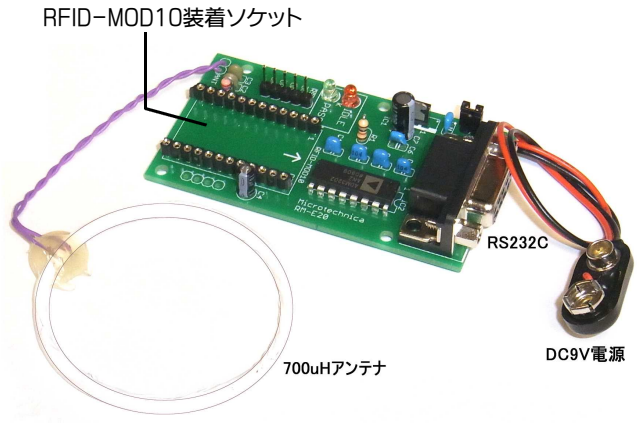
■ソフトウエアのダウンロード

http://www.microtechnica.tv/support/software/rfidmod10.zip

■ソフトウエアソースコード一式のダウンロード

http://www.microtechnica.tv/support/software/rfidmod10_s.zip

パソコンとRFID-MOD10を接続する場合には、本書の『推奨回路例』の項で紹介した回路をお作り頂く必要があります。なお、当方では、パソコンとRFID-MOD10を簡単に接続できる"RFID-MOD10評価ボードキット(RM-E20)を販売中です。



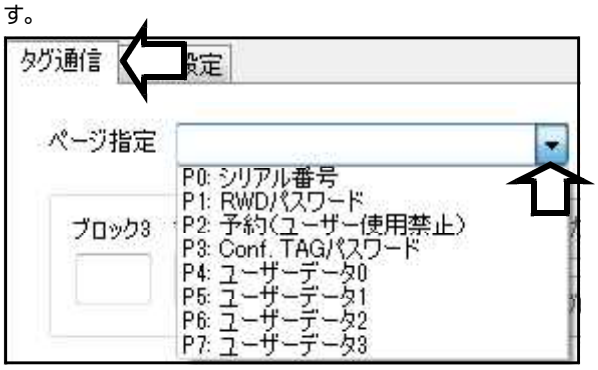
ソフトウエアの使い方は次の通りです。

1 ソフトウエアを起動します。最初にCOMポートの設定を行います。"通信設定"の下にあるプルダウンからRFID-MOD10を接続したCOMポートを選択してください。正しくCOMポートが開かれると操作ができるようになります。

2 現在のRFID-MOD10の状態を取得したい場合には"状態取得"ボタンを押します。ステータス戻り値が表示されると共に、右側にその詳細について内容が表示されます。

3 タグからデータを読み取る場合には、ICタグをアンテナの近傍に配置します。通信ができる状態であることを確認してソフトウエアの"タグ通信"タブに切り替えます。

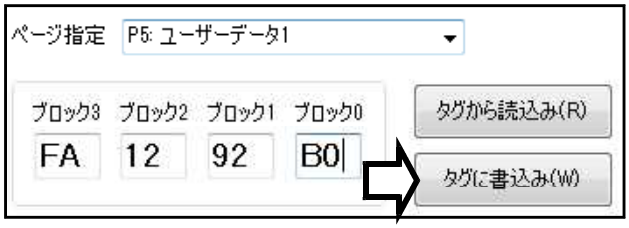
4 "ページ指定"のプルダウンから読み取りをしたいページを指定します。



5 選択したら"タグから読込み"ボタンを押すと、値が表示されます。通信ができない場合にはエラーが表示されますので、本体の状態及びICタグの状態を確認してください。

6 ICタグにデータを書き込む場合には、"ページ指定"のプルダウンから書き込みをしたいページを指定します。

書き込む値を、ブロック0～ブロック3に入力します。入力は8ビット長ですので 00～FF です。アルファベットはA～Fまで入力でき、入力は必ず大文字で行ってください。(小文字は入力できません)
書き込むには"タグに書込み"ボタンを押してください。



7 通信ができない場合にはエラーが表示されますので、本体の状態及びICタグの状態を確認してください。

8 RFID-MOD10の本体に書き込まれているRWDパスワード及びTAGパスワードの書き換えを行う場合には、ソフトウエアのタグを"本体設定"タグに切り替えてください。

各パスワードは、ブロック毎の書き込み又は全ブロックの一斉書き込みができます。"デフォルト値"のボタンをクリックすると、Hitag2のデフォルト値が表示されます。
値を入力して、プルダウンから書き込みを行うブロックを選択してください。各ブロック個別に対して書き込みを行うか、すべてのブロックを一斉に行うか選択できます。選択が完了したら"書き込み実行"ボタンを押します。

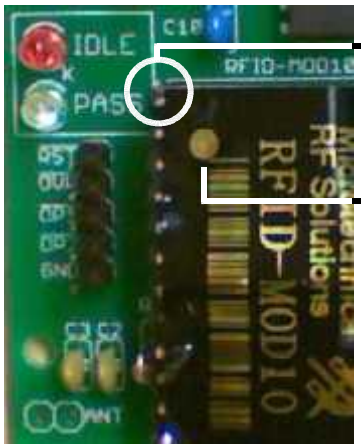
※パスワード値を変更するとパスワードが一致しないタグとは通信ができなくなります。パスワードの設定については、手順をよく確認の上行ってください。またパスワードは失念しないように十分ご注意ください。

RM-E20評価ボードの使い方

RFID-MOD10をパソコンと接続する場合に便利な評価ボード(型式:RM-E20)を販売しております。このボードを使えばRFID-MOD10のUART信号をRS232C信号に変換してパソコンなどのRS232C機器と接続できます。上記に記載のサポートソフトウエアをパソコンにインストールして使えば、パソコン上から簡単にRFID-MOD10が使えます。RFID-MOD10の評価、実験などに最適です。

1 RM-E20の電源を切断してください。

2 RM-E20のソケットにRFID-MOD10を装着します。
RFID-MOD10の表面に記載の1ピン位置を示す●マークの位置と、RM-E20基板シルク印刷の"1"の位置が合うように装着してください。



装着方向を間違えるとモジュールが破損しますので、装着時にはよく方向確認してください。

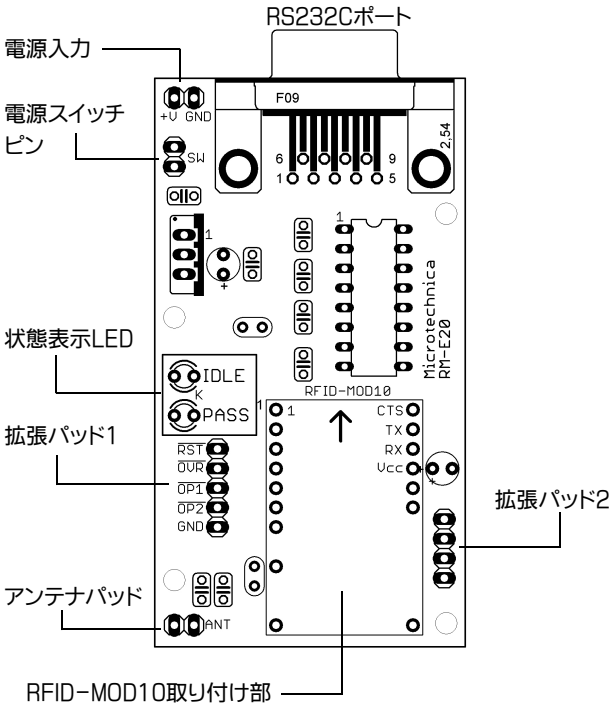
3 装着方法が正しいことを確認したらRM-E20のO06Pバッテリースナップに006P乾電池などの電源を接続します。
電源は3端子レギュレータで5Vにされていますので、7V以上の電源をご使用ください。(推奨は9Vの006P乾電池)

4 電源が投入されるとLEDが点灯します。
"IDLE"と記載された赤LEDが点灯中は本体が待機中、又は読み取り出来ないICタグが近傍にある場合です。
対応規格のタグがアンテナの近傍にあると緑LEDが点灯します。

5 RS232Cポートをパソコンなどと接続してください。
接続は、全結線ストレートケーブルをご使用ください。
RS232Cポートのないパソコンとは市販のUSB-RS232C変換ケーブルなどで接続することも可能です。

※USB-RS232C変換ケーブル使用時の動作は保証されません。製品によっては正しくパソコンと通信できない場合もありますので、その場合には別の製品をご使用ください。

その他のボードのピン配置等は下図の通りです。



・拡張パッド1

1	リセットピン
2	SW1ピン
3	OP1ピン
4	OP2ピン
5	GNDピン

・拡張パッド2

1	OP4ピン
2	OP3ピン
3	+5Vピン
4	GNDピン

主な仕様

RFID通信方式:	Hitag2規格
搬送波周波数:	125kHz
ユーザーデータエリア:	16バイト
セキュリティ:	パスワード機能、タグ認証機能
暗号化:	なし(非対応)
通信可能距離:	約10cm程度(アンテナに依存)
推奨アンテナ:	700uH 50mm径円形アンテナ
電波種別:	微弱無線局 <500uV/m @距離3m 125kHz
電源電圧:	DC5V (±0.5Vまで) ※要安定化、電圧変動のなきこと
消費電流:	動作時:300mA(最大)
ピークアンテナ電流:	約200mA
パスワード認証時間:	約20ミリ秒
32ビット長データ書込時間:	約30ミリ秒
無線部最大転送レート:	4kbps
シリアルインターフェイス:	CTS/RTSフロー制御付き 非同期式シリアル通信(UART) 9600bps/8ビット超/1ストップビット ノンパリティ
本体サイズ:	19×30(mm)
ピン規格:	24ピンDILパッケージ
生産国:	イギリス

マイクロテクニカ
〒158-0094　東京都世田谷区玉川1-3-10
TEL: 03-3700-3535　FAX: 03-3700-3548
(C)2015 Microtechnica All rights reserved